

Efisiensi penyerapan kuning telur dan morfogenesis pralarva ikan arwana silver *Osteoglossum bicirrhosum* (Cuvier, 1829) pada berbagai interaksi suhu dan salinitas

[Yolk absorption efficiency and morphogenesis of the silver arawana *Osteoglossum bicirrhosum* (Cuvier, 1829) prelarvae at various interactions of temperature and salinity]

Yuli Wahyu Tri Mulyani^{1,✉}, Dedy Duryadi Solihin², Ridwan Affandi³

¹Program Studi Biosains Hewan, Sekolah Pascasarjana IPB

²Departemen Biologi, FMIPA IPB

³Departemen Manajemen Sumber Daya Perairan, FPIK IPB
Jln. Agatis, Departemen Biologi, FMIPA IPB

Diterima: 06 Januari 2015; Disetujui: 11 Agustus 2015

Abstrak

Arwana silver *Osteoglossum bicirrhosum* (Cuvier, 1829) telah berhasil dibudidayakan di Indonesia, namun masih mengalami kendala terutama penanganan pada fase pralarva. Pralarva merupakan salah satu stadia yang rentan dalam perkembangan awal hidup ikan. Pralarva arwana silver memiliki kuning telur yang digunakan sebagai cadangan makanan. Penyerapan kuning telur pralarva dipengaruhi oleh faktor abiotik terutama suhu dan salinitas. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji interaksi suhu dan salinitas media pemeliharaan agar optimal untuk penyerapan kuning telur dan morfogenesis pralarva arwana silver. Penelitian dilakukan dari bulan November 2013 hingga Januari 2014 di Laboratorium Fisiologi Hewan Air, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor. Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap faktorial dengan sembilan perlakuan dan masing-masing perlakuan memiliki tiga ulangan. Faktor pertama terdiri atas suhu 28, 30 dan 32°C, faktor kedua terdiri atas salinitas 3, 4 dan 5‰. Pralarva dipelihara di dalam akuarium berukuran 40 x 30 x 30 cm³ dengan padat tebar empat ekor per akuarium, sampai kuning telur terserap di dalam tubuh. Selama pemeliharaan tidak diberikan pakan. Parameter yang diukur yaitu: kelangsungan hidup, waktu penyerapan kuning telur, laju penyusutan kuning telur, efisiensi pemanfaatan kuning telur, panjang total, bobot total, laju pertumbuhan spesifik, gradien osmotik, konsumsi oksigen, dan morfogenesis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pralarva arwana silver yang dipelihara pada suhu 28°C dengan semua level salinitas (3, 4, dan 5‰) dan suhu 30°C dengan salinitas 3‰ memiliki kelangsungan hidup 100%, sedangkan efisiensi pemanfaatan kuning telur, pertumbuhan optimal, dan morfogenesis tercepat pada perlakuan interaksi suhu 30°C dengan salinitas 3‰.

Kata penting: arwana silver, gradien osmotik, morfogenesis, penyerapan kuning telur, pralarva

Abstract

The silver arawana *Osteoglossum bicirrhosum* (Cuvier, 1829) has been cultured successfully in Indonesia, but still facing obstacles especially handling on the larval life stage. Yolk-sac stage is one of the critical phases in the early development of fish. Yolk-sac larvae of silver arawana use a yolk as food supply. The yolk absorption process influenced by abiotic factors, particularly temperature and salinity. Hence, this study aimed to examine the interaction of temperature and salinity of media in order for optimal yolk-sac absorption and morphogenesis of silver arawana larvae. The research was conducted from November 2013 to January 2014 in the Laboratory of Aquatic Animal Physiology, Faculty of Fisheries and Marine Sciences, Bogor Agricultural University. The experimental design was arranged in two factors completely randomized designs, nine treatments with three replications. The first factor was the temperature consisted of 28, 30 and 32°C; the second factor was the salinity consisted of 3, 4 and 5‰. Yolk-sac larvae were reared in aquarium 40 x 30 x 30 cm³ with a density of 4 yolk-sac larvae per aquarium until the yolk was completely absorbed. Larvae were not fed during the experiment. The parameters measured were survival rate, time of yolk absorption, shrinkage rate of yolk, efficiency of yolk utilization, total length, total weight, specific weight growth rate, gradient osmotic oxygen consumption, and morphogenesis of larvae. The results showed that the silver arawana larvae reared at 28°C in combination with all levels of salinity (3, 4 and 5‰) and temperature of 30°C with a salinity of 3‰ generate survival rate 100%. Meanwhile, the efficiency of yolk utilization, the fastest growth and morphogenesis were optimally at a temperature of 30°C in interaction with 3‰ salinity.

Keywords: morphogenesis, osmotic gradient, prelarvae, silver arawana, yolk absorption

Pendahuluan

Ikan arwana silver atau arawana Brazil, *Osteoglossum bicirrhosum* (Cuvier, 1829) meru-

pakan ikan hias air tawar yang berasal dari sungai Amazon. Ikan arwana tersebar di beberapa sungai, yaitu: sungai Rupununi, Oyapock, dan sungai Guyana di Amerika Selatan (Moreau &

✉ Penulis korespondensi
Alamat surel: yuliwahyu.bio@gmail.com

Oliver 2006). Ikan ini termasuk ke dalam famili Osteoglossidae atau *bony-tongue fish*, karena bagian dasar mulutnya berupa tulang yang digunakan sebagai gigi (Kottelat *et al.* 1993). Ikan arwana silver termasuk ke dalam ikan karnivora yang bersifat predator dengan bentuk tubuh dan sirip yang panjang, mulai dari bagian tengah badan sampai pada ujung ekor yang memberi kesan menarik saat berenang (Lowry *et al.* 2005).

Status konservasi arwana ini belum jelas. Pada tahun 2004 sampai sekarang CITES (*Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora*) dan IUCN (*International Union for the Conservation of Nature*) belum memasukkan jenis arwana ini sebagai spesies yang terancam punah, namun laporan beberapa tahun terakhir menunjukkan adanya penurunan populasi satwa ini di habitat aslinya akibat penangkapan yang berlebihan (Moreau & Coomes 2007). Di Brazil arwana silver dewasa ditangkap untuk dimakan, sedangkan di Kolumbia juvenil arwana silver ditangkap untuk dijual sebagai ikan hias (Duponchelle *et al.* 2012). Arwana silver mulai dibudidayakan di Indonesia pada tahun 1970 sebagai ikan hias (Tjakrawidjaja AH 2 Juli 2014, komunikasi pribadi).

Arwana silver *Osteoglossum bicirrhosum* (Cuvier, 1829) merupakan ikan hias air tawar yang memiliki nilai ekonomi tinggi. Saat ini ikan arwana silver di Indonesia telah berhasil dibudidayakan, namun masih mengalami banyak kendala terutama penanganan pada fase larva. Larva arwana silver yang baru menetas dibekali cadangan makanan berupa kuning telur yang menempel pada bagian perutnya. Kuning telur ini memiliki diameter 8,0-10,5 mm dan akan habis terserap dalam waktu yang cukup lama antara 5-6 minggu (Jaroszewska & Konrad 2009). Hasil wawancara dengan beberapa pembudidaya arwa-

na, penanganan fase larva yang tidak tepat akan berpengaruh terhadap kelangsungan hidup ikan. Rendahnya tingkat kelangsungan hidup disebabkan belum optimalnya lingkungan pemeliharaan yang mendukung kehidupannya. Hal ini sesuai dengan pernyataan Gisbert & Williot (1997) bahwa kematian ikan cukup tinggi biasanya terjadi pada fase awal kehidupan, yaitu fase perkembangan larva yang disebut sebagai fase kritis. Kematian larva pada fase tersebut dikarenakan terjadi kesenjangan pemanfaatan energi dari kuning telur (*endogenous feeding*) ke pemanfaatan pakan dari luar (*exogenous feeding*) (Kamler 1992).

Faktor lingkungan yang sangat berpengaruh pada kegiatan budi daya ikan adalah suhu dan salinitas. Kedua faktor abiotik tersebut berperan penting pada proses metabolisme untuk menunjang kelangsungan hidup dan pertumbuhan. Syawal *et al.* (2011) melaporkan bahwa pemeliharaan pada suhu 32°C memberikan kelangsungan hidup 100% pada ikan mas dibandingkan pemeliharaan pada suhu 28, 24 dan 20°C. Budiardi *et al.* (2005) menyatakan bahwa suhu optimal untuk penetasan, penyerapan kuning telur dan kelangsungan hidup terbaik pada larva ikan maanvis adalah 30°C. Azaza *et al.* (2008) juga melaporkan dari beberapa tingkatan suhu pemeliharaan, ternyata ikan nila yang dipelihara pada suhu 26°C dan 30°C memiliki kelangsungan hidup dan pertumbuhan yang lebih baik, dibandingkan ikan nila yang dipelihara pada suhu 22°C dan 34°C.

Salinitas berpengaruh terhadap aktivitas fisiologis dan bioenergetik di dalam tubuh. Untuk menjaga agar sel-sel tubuh berfungsi dengan baik maka sel-sel tersebut harus berada pada media yang memiliki konsentrasi ionik mendekati konsentrasi ionik tubuhnya. Nirmala & Rasmawan (2010) melaporkan bahwa salinitas 3‰

memberikan pertumbuhan terbaik pada ikan gurami (ikan air tawar) dibanding salinitas 0, 6, dan 9‰. Menurut Rahayu *et al.* (2009), larva gurami yang dipelihara pada media bersalinitas mampu menghambat perkembangan parasit dan dapat meningkatkan kelangsungan hidup ikan gurami yaitu pada pemeliharaan salinitas 4 dan 6‰. Pemeliharaan ikan dalam media yang bersalinitas mampu meminimalkan energi osmoregulasi dan memaksimalkan pertumbuhan.

Berdasarkan informasi data di atas maka kedua faktor lingkungan tersebut dapat dimanfaatkan pada kegiatan budi daya ikan arwana silver agar menjadi lebih baik. Sampai saat ini belum ada penelitian yang mengkaji perihal efisiensi penyerapan kuning telur dan morfogenesis terkait dengan interaksi suhu dan salinitas. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh interaksi suhu dan salinitas yang dapat mempercepat penyerapan kuning telur dan morfogenesis pralarva ikan arwana silver.

Bahan dan metode

Waktu dan tempat

Penelitian dilaksanakan dari bulan November 2013 hingga Januari 2014 di Laboratorium Fisiologi Hewan Air, Departemen Manajemen Sumber Daya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor.

Pelaksanaan penelitian

- 1) Aklimatisasi pralarva selama tiga hari.
- 2) Uji pendahuluan: diperoleh kisaran suhu dan salinitas optimal untuk pralarva yaitu pemeliharaan pada suhu (\geq suhu 28°C - \leq suhu 32°C) dan salinitas ($> 2‰$ - $< 6‰$).
- 3) Pemeliharaan pada media interaksi suhu dan salinitas yaitu suhu 28, 30 dan 32°C dengan salinitas 3, 4, dan 5‰.

Rancangan percobaan

Rancangan penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap Faktorial (RALF) terdiri atas 2 faktor yaitu suhu dan salinitas dengan pola 9 x 3 x 3, masing-masing perlakuan interaksi diulang tiga kali (Tabel 1).

Prosedur percobaan

Akuarium berukuran 40 x 30 x 30 cm³ dilengkapi dengan sistem aerasi, filter atas dan heater disiapkan sebanyak 27 unit. Air yang digunakan untuk media pemeliharaan diendapkan terlebih dahulu di dalam sebuah bak penampungan air (tandon) selama 2-3 hari, lalu diaerasi untuk meningkatkan kandungan oksigen terlarut dan menghilangkan kadar chlorin. Air dari tan-

Tabel 1. Rancangan percobaan pada penelitian tahap 3

Faktor 1 Salinitas (S) ‰	Faktor 2 Suhu (T) °C		
	28	30	32
3	S11T11	S11T21	S11T31
	S12T12	S12T22	S12T32
	S13T13	S13T23	S13T33
4	S21T11	S21T21	S21T31
	S22T12	S22T22	S22T32
	S23T13	S23T23	S23T33
5	S31T11	S31T21	S31T31
	S32T12	S32T22	S32T32
	S33T13	S33T23	S33T33

don dimasukkan ke dalam akuarium percobaan sebanyak 11 liter, didiamkan dan diberi aerasi selama 2-3 jam. Pralarva arwana silver berumur dua minggu di dalam mulut induknya dengan panjang total rata-rata $36,55 \pm 0,01$ mm dan bobot tubuh rata-rata $1,28 \pm 0,08$ gram disiapkan sebanyak 108 ekor, dan ditebar 4 ekor per akuarium. Penyifonan air dilakukan setiap tiga hari sekali yaitu pada pagi hari, sebanyak $\frac{1}{4}$ volume media dikeluarkan bersama kotoran yang ada dalam air di akuarium, kemudian air tandon ditambahkan kembali ke dalam akuarium hingga volume semula.

Pengamatan dan pengukuran

Pralarva ikan arwana silver selama pemeliharaan tidak diberi makan dan dipelihara sampai kuning telur habis terserap. Penghitungan jumlah ikan yang mati, pengukuran suhu dan salinitas media dilakukan setiap pagi hari pada pukul 08.00. Pengukuran panjang total, bobot tubuh, volume kuning telur, gradien osmotik, konsumsi oksigen, dan fisika kimia air yang lain selain suhu dan salinitas dilakukan setiap satu minggu sekali. Pengambilan larva dari akuarium menggunakan serok, yang kemudian dimasukkan kedalam cawan petri berisi air, selanjutnya dilakukan penimbangan bobot tubuh. Penimbangan dilakukan menggunakan timbangan digital dengan ketelitian 0,01 g. Setelah ditimbang, ikan diukur panjang total menggunakan *caliper* dengan ketelitian 0,01 mm. Pengulangan pengukuran dilakukan sampai semua unit akuarium selesai. Pengukuran konsumsi oksigen, menggunakan respirometer sistem tertutup dan kandungan oksigen diukur dengan DO meter. Pengukuran gradien osmotik menggunakan Osmometer *Automatic Roebling Type 13* serta dilakukan pengamatan morfogenesis pralarva arwana

silver dengan cara mengamati perkembangan bagian-bagian tubuh berdasarkan umur (hari).

Parameter pengamatan

Parameter pengamatan meliputi tingkat kelangsungan hidup (KH), waktu penyerapan kuning telur (WP_{kt}), laju penyusutan kuning telur (LP_{kt}), efisiensi pemanfaatan kuning telur (EP_{kt}), panjang total (PT), bobot total (BT), laju pertumbuhan spesifik (LPS), gradien osmotik (GO), konsumsi oksigen (KO), dan morfogenesis.

Pengamatan morfogenesis dianalisis secara deskriptif dengan melihat waktu terbentuknya bagian tubuh dalam satuan waktu (hari).

Tingkat kelangsungan hidup ikan dihitung dengan rumus (Effendie 2004):

$$KH = \frac{N_t}{N_0} \times 100$$

Keterangan: KH= kelangsungan hidup (%), N_t = jumlah larva yang hidup di akhir penelitian, N_0 = jumlah larva yang hidup di awal penelitian

Waktu penyerapan kuning telur (WP_{kt}) adalah jumlah hari sampai kuning telur terserap habis

Volume kuning telur awal dan volume kuning telur yang tersisa pada waktu tertentu dihitung dengan menggunakan rumus Heming & Buddington (1988):

$$V_{kt} = \frac{\pi}{6} \times LH^2$$

Keterangan: V_{kt} = volume kuning telur, L= diameter panjang kuning telur (mm), H= diameter lebar kuning telur (mm)

Data volume kuning telur yang didapatkan selanjutnya digunakan dalam penghitungan laju penyusutan kuning telur dengan rumus Heming & Buddington (1988):

$$LP_{kt} = \frac{1}{t} \ln \frac{V_t}{V_0}$$

Keterangan: LP_{kt} = laju penyerapan kuning telur (mm^3/hari), V_t = volume kuning telur ke-t (mm^3), V_0 = volume kuning telur awal (mm^3), t= waktu yang dibutuhkan (hari)

Efisiensi pemanfaatan kuning telur dihitung dengan rumus:

$$EP_{kt} = \frac{W_t - W_o}{W_{kt}} \times 100$$

Keterangan: EP_{kt} = efisiensi pemanfaatan kuning telur (%), W_t = bobot biomassa pada akhir penelitian setelah kuning telur habis (gram), W_o = bobot biomassa pada awal penelitian tanpa kuning telur (gram), W_{kt} = bobot kuning telur (gram).

Laju pertumbuhan spesifik dihitung dengan rumus Ricker (1979):

$$LPS = \frac{\ln \bar{W}_t - \ln \bar{W}_o}{t} \times 100$$

LPS= laju pertumbuhan spesifik (% perhari), \bar{W}_t = bobot rata-rata pada akhir penelitian (gram), \bar{W}_o = bobot rata-rata pada awal penelitian (gram), t_1 = waktu akhir penelitian (hari), t_o = waktu awal penelitian (hari)

Gradien osmotik dihitung dengan rumus (Anggoro 1992):

$$GO = |\text{Osmoralitas darah/daging larva ikan (mOsm/LH}_2\text{O)} - \text{Osmoralitas media (mOsm/LH}_2\text{O)}|$$

Tingkat konsumsi oksigen dihitung dengan rumus Liao & Huang (1975):

$$KO = (V \times (DO_{t_o} - DO_{t_n})) / (W \times T)$$

Keterangan: KO= tingkat konsumsi oksigen (mg O_2 /g/jam), V= volume air dalam wadah (L), DO_{t_o} = konsentrasi oksigen terlarut pada awal pengamatan (mg L^{-1}), DO_{t_n} = konsentrasi oksigen terlarut pada waktu t (mg L^{-1}), W= bobot ikan uji, T= periode pengamatan

Hasil perhitungan KH, WP_{kt} , LP_{kt} , PT, BT, LPS dan EP_{kt} dianalisis dengan analisis ragam (ANOVA) dengan tingkat kepercayaan 95%. Apabila hasil analisis memperlihatkan ada perbedaan nyata, maka dilakukan uji lanjut Duncan pada taraf nyata 5% untuk mengetahui tingkat perbedaan antar perlakuan (Gaspersz 1991).

Hasil

Pralarva ikan arwana silver yang baru menetas dibekali oleh induknya cadangan makanan

berupa kuning telur. Kuning telur pralarva arwana silver termasuk ke dalam telur yang berukuran besar dengan bentuk oval. Panjang kuning telur rata-rata antara 18-19 mm dan tinggi kuning telur rata-rata 8-9 mm dengan volume $\pm 80.000 \text{ mm}^3$. Respon kelangsungan hidup, penyerapan kuning telur, efisiensi pemanfaatan kuning telur, perkembangan dan besarnya energi kuning telur yang diubah menjadi jaringan tubuh tidak sama pada masing-masing perlakuan. Hasil perhitungan parameter secara rinci disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2 menunjukkan bahwa parameter KH pada perlakuan T28S3, T28S4, T28S5 dan T30S3 memiliki KH 100%, berbeda nyata dengan perlakuan T30S4, T30S5, T32S3, T32S4 dan berbeda sangat nyata dengan T32S5. Parameter WP_{kt} dan LP_{kt} tercepat pada perlakuan T32S3, T32S4 dan T32S5. Parameter EP_{kt} pada perlakuan T30S3, T30S4 dan T30S5 tidak berbeda nyata. Parameter PT dan BT tidak berbeda nyata pada semua perlakuan interaksi. Parameter LPS tidak berbeda nyata pada perlakuan T30S3, T30S4, T30S5, T32S3, T32S4 dan T32S5, tapi berbeda nyata pada perlakuan T28S3, T28S4, dan T28S5. Parameter GO pada perlakuan T30S3, T28S3 dan T32S3 tidak berbeda nyata, namun berbeda nyata dengan T28S4, T28S5, T30S4, T30S5, T32S4 dan T32S5. KO terbanyak pada perlakuan T30S3, namun tidak berbeda nyata dengan T30S4, T30S5, T32S3, T32S4, T32S5 dan berbeda nyata dengan perlakuan T28S3, T28S4 dan T28S5. Perlakuan interaksi terbaik dari beberapa respon tertinggi seperti KH, PT, EP_{kt} , LPS, GO dan KO adalah pada perlakuan T30S3. Dengan demikian, perlakuan ini merupakan perlakuan interaksi yang ideal untuk pemeliharaan pralarva arwana silver.

Tabel 2. Nilai parameter pengukuran pralarva arwana silver selama pemeliharaan sampai kuning telur terserap habis

Parameter	Perlakuan								
	T28			T30			T32		
	S3	S4	S5	S3	S4	S5	S3	S4	S5
KH (%)	100,0±0,0 ^a	100,0±0,0 ^a	100,0±0,0 ^a	100,0±0,0 ^a	83,3±14,4 ^b	83,3±14,4 ^b	83,3±14,4 ^b	83,3±14,4 ^b	75,0±0,0 ^c
LWP (hari)	28,0±0,50 ^b	28,0±1,5 ^b	30,0±0,5 ^b	23,0±1,7 ^{ab}	23,0±0,5 ^{ab}	24,0±1,1 ^{ab}	21,0±0,0 ^a	21,0±1,1 ^a	21,0±0,5 ^a
-g (%/hari)	0,4±0,0 ^b	0,4±0,0 ^b	0,4±0,0 ^b	0,5±0,0 ^{ab}	0,5±0,0 ^{ab}	0,5±0,0 ^{ab}	0,6±0,0 ^a	0,6±0,0 ^a	0,6±0,0 ^a
EP (%)	86,1±1,2 ^b	86,4±1,1 ^b	88,4±1,6 ^{ab}	90,7±1,4 ^a	89,3±1,2 ^a	89,0±1,0 ^a	86,1±1,8 ^b	86,6±2,0 ^b	85,5±2,5 ^b
PT (mm)	65,5±2,0 ^a	65,3±1,1 ^a	65,0±0,6 ^a	66,8±0,6 ^a	66,1±0,1 ^a	66,2±0,2 ^a	65,7±0,5 ^a	65,5±0,5 ^a	65,3±1,7 ^a
BT (g)	1,3±0,0 ^a	1,3±0,0 ^a	1,3±0,0 ^a	1,3±0,0 ^a	1,3±0,0 ^a	1,3±0,0 ^a	1,3±0,0 ^a	1,3±0,0 ^a	1,3±0,0 ^a
LPS (%/hari)	7,7±0,1 ^b	7,7±0,8 ^b	7,8±0,7 ^b	11,1±1,0 ^a	10,3±0,2 ^a	10,3±0,6 ^a	10,2±0,4 ^a	10,1±0,9 ^a	10,1±0,6 ^a
GO Osm/kg)	135±0,0 ^b	133±0,0 ^b	130±0,0 ^b	115±0,0 ^a	118±0,0 ^a	120±0,0 ^a	127±0,0 ^{ab}	125±0,0 ^{ab}	126±0,0 ^{ab}
KO (g/l)	0,17±0,0 ^a	0,15±0,0 ^a	0,16±0,0 ^a	0,25±0,0 ^a	0,18±0,0 ^a	0,19±0,0 ^a	0,19±0,0 ^a	0,18±0,0 ^a	0,1±0,0 ^a

Angka-angka pada baris yang sama diikuti huruf tika atas yang sama (di belakang simpangan baku tidak berbeda nyata pada taraf uji 5% (uji selang berganda duncan), T = Suhu (°C), S = Salinitas (‰), KH = Kelangsungan hidup, WP_{kt} = Waktu penyerapan kuning telur, LP_{kt} = laju penyusutan kuning telur, EP_{kt} = Efisiensi pemanfaatan kuning telur, PT = Panjang total, BT = Bobot tubuh, LPS = Laju pertumbuhan spesifik, GO = Tekanan osmotik, KO = Konsumsi oksigen.

Perkembangan morfologi tubuh pralarva arwana silver

Perkembangan ikan arwana silver diawali dengan stadium pralarva. Bentuk morfologi pralarva arwana silver tidak terlalu berbeda dengan bentuk arwana silver yang telah definitif. Hanya sepasang sungut, filamen sirip ventral dan sisik yang ketika awal pengamatan belum tumbuh, namun seiring dengan bertambahnya umur dan terserapnya kuning telur, sungut, filamen sirip ventral dan sisik akan mulai tumbuh. Kelengkapan yang lain seperti sirip dada, punggung, belakang dan ekor sudah terbentuk sejak larva baru menetas (Gambar 1).










Perlakuan interaksi suhu 28 °C dengan semua level salinitas, kuning telur habis terserap di dalam tubuh sampai minggu keempat, namun perkembangan morfologinya belum terlihat. Interaksi suhu 30°C dengan semua level salinitas kuning telur habis terserap pada minggu ke empat sejalan dengan perkembangan morfologinya. Interaksi suhu 32°C dengan semua level salinitas memiliki waktu penyerapan kuning telur yang lebih cepat dibanding interaksi yang lain, namun morfologi tubuhnya belum berkembang. Gam-

baran lebih jelas mengenai perkembangan morfologi pada interaksi yang optimal digambarkan pada interaksi suhu 30°C dan salinitas 3‰ dan perkembangan morfologi terendah digambarkan pada interaksi suhu 32°C dengan salinitas 5‰ (Gambar 1 dan Gambar 2).

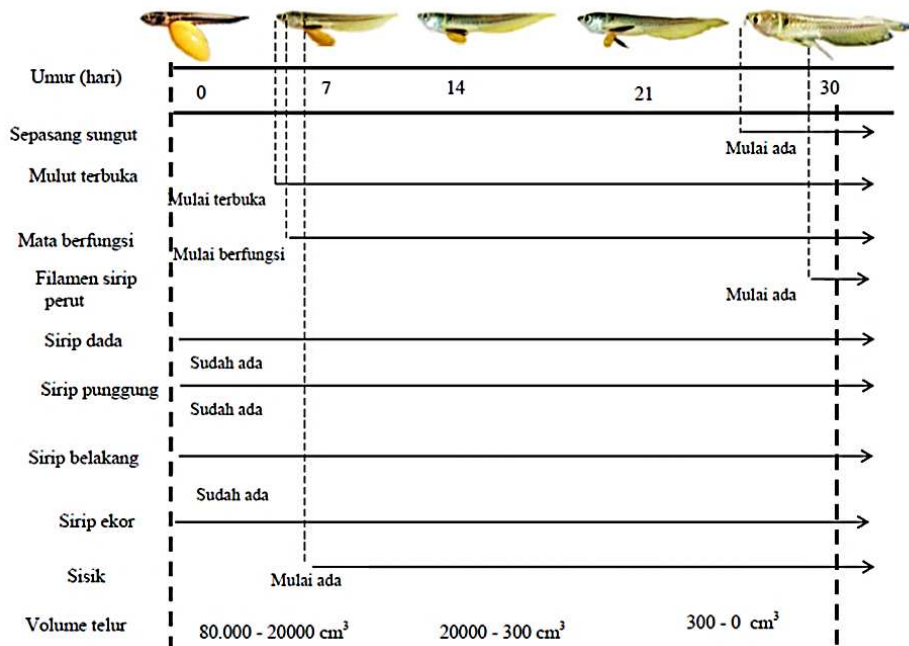
Hasil visualisasi perkembangan morfologi pada Gambar 2 dan 3 menunjukkan bahwa pemeliharaan pada suhu 32°C memiliki penyusutan kuning telur yang lebih cepat, namun tidak sejalan dengan perkembangan morfologinya. Hasil visualisasi tersebut juga secara jelas dapat dilihat pada Gambar 1. Hasil gambaran ini dapat digunakan sebagai pedoman pemberian pakan pertama dalam kegiatan budi daya yaitu sebaiknya ikan diberikan pakan sebelum kuning telur habis terserap.

Parameter kimia air

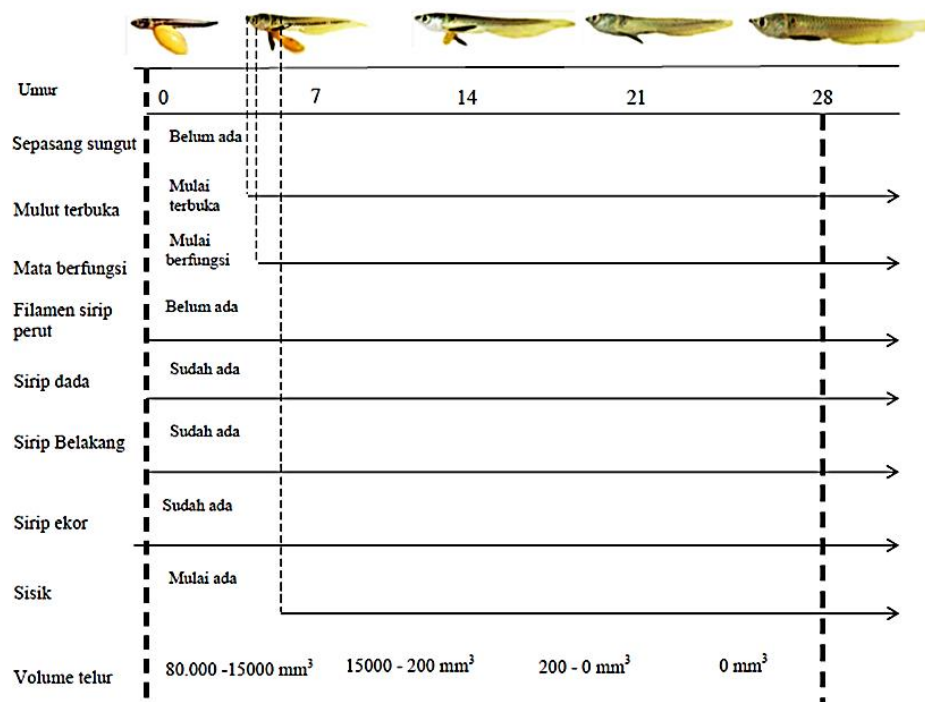
Nilai parameter kimia air merupakan faktor abiotik yang memengaruhi selama pemeliharaan. Nilai kimia air selama pemeliharaan masih layak untuk kehidupan pralarva arwana silver disajikan pada Tabel 3.

Hari ke-	Morfologi pralarva ikan arwana silver pada interaksi suhu 30°C dengan salinitas 3‰	Morfologi pralarva ikan arwana silver pada interaksi suhu 32°C dengan salinitas 5‰
0		
7		
14		
21		
30		

Gambar 1. Perkembangan morfologis pralarva ikan arwana silver pada interaksi T30S3 dan T32S5



Gambar 2. Perkembangan morfologi pralarva arwana silver pada interaksi suhu 30°C dengan salinitas 3‰



Gambar 3. Perkembangan morfologi pralarva arwana silver pada interaksi suhu 32°C dengan salinitas 5‰

Tabel 3. Nilai parameter kimia air media perlakuan interaksi selama pemeliharaan

Parameter	Perlakuan									Kisaran optimum ^{*)}
	T28			T30			T32			
	S3	S4	S5	S3	S4	S5	S3	S4	S5	
pH	6,9±0,1	6,9±0,1	6,9±0,1	6,9±0,1	6,9±0,1	7,0±0,1	6,9±0,1	6,9±0,1	6,9±0,1	6,5 - 7,5
Oksigen terlarut (mg L ⁻¹)	7,4±0,1	7,4±0,2	7,3±0,5	7,3±0,1	7,4±0,0	7,2±0,1	7,1±0,2	7,1±0,1	7,1±0,0	5,0 - 10,0
Alkalinitas (mg L ⁻¹)	42,9±0,1	43,9±0,1	43,1±0,2	42,0±0,2	44,0±0,0	45,0±0,1	42,4±0,1	43,4±0,1	44,0±0,1	29,0 - 55,2
Amonia (mg L ⁻¹)	0,02±0,3	0,02±0,2	0,02±0,2	0,01±0,2	0,01±0,2	0,01±0,1	0,02±0,1	0,02±0,1	0,02±0,1	0,1 3,1
Nitrit (mg L ⁻¹)	0,01±0,1	0,01±0,1	0,01±0,2	0,01±0,0	0,02±0,0	0,04±0,1	0,02±0,1	0,02±0,1	0,06±0,2	0,1 - 4,26

^{*}) Cortegano *et al.* (2014) dan Tjakrawidjaja (2007). Keterangan perlakuan mengacu pada Tabel 2.

Pembahasan

Tingkat kelangsungan hidup (KH) pralarva ikan arwana silver yang dipelihara sampai kuning telur terserap habis berkisar antara 75-100%. Nilai KH tertinggi dicapai pada perlakuan T28S3, T28S4, T28S5, dan T30S3 sebesar 100%; nilai KH terendah pada T32S5 sebesar 75%. Hasil uji statistik dengan selang keperc-

yaan 95% ($p > 0,05$) menunjukkan bahwa pada perlakuan T28S3, T28S4, T28S5 dan T30S3 tidak berbeda nyata terhadap KH, namun berbeda nyata pada perlakuan T30S4, T30S5, T32S3, T32S4 dan berbeda sangat nyata dengan T32S5. Pemeliharaan pada interaksi suhu 28°C dengan salinitas (3, 4 dan 5‰), serta suhu 30°C dengan salinitas 3‰ merupakan perlakuan yang mende-

kati kondisi ideal suhu dan salinitas yang ditoleransi ikan air tawar, sehingga pada perlakuan tersebut memiliki angka kelangsungan hidup yang lebih baik dibandingkan perlakuan lain. Pemeliharaan pada ikan lain, seperti yang dinyatakan oleh Kossakowski (2008) bahwa ikan mas yang dipelihara pada suhu 32°C memiliki KH dan perkembangan morfologi lebih baik dibandingkan pada pemeliharaan suhu 20, 24, dan 28°C, sedangkan menurut Nirmala & Rasmawan (2010), larva ikan gurami yang dipelihara dalam media dengan salinitas 3‰ memiliki KH 100%, lebih baik dibandingkan yang dipelihara dalam media dengan salinitas 0, 6, dan 9‰. Oleh karena itu, pemeliharaan di dalam media dengan menginteraksikan suhu dan salinitas akan menjaga kelangsungan hidup pralarva arwana silver.

Waktu penyerapan kuning telur (WP_{kt}) terkait dengan laju penyusutannya (LP_{kt}). Waktu penyerapan kuning telur sampai terserap habis berkisar antara 21-30 hari, sedangkan laju penyusutannya antara 0,46-0,64% per hari. Pralarva arwana silver yang dipelihara pada interaksi suhu 32°C dengan semua tingkatan salinitas (3, 4, dan 5‰) memiliki waktu penyerapan dan laju penyusutan kuning telur yang lebih cepat dibanding perlakuan yang lain. Hasil uji statistik dengan selang kepercayaan 95% ($p > 0,05$) menunjukkan bahwa pada perlakuan T32S3, T32S4, dan T32S5 tidak berbeda nyata terhadap waktu penyerapan kuning telur, tetapi berbeda nyata dengan T30S3, T30S4, T30S5 dan berbeda sangat nyata dengan T28S3, T28S4 dan T28S5. Perlakuan T30S3 memiliki laju penyusutan kuning telur yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan T32S3, T32S4, T32S5, namun berbeda nyata dengan T28S3, T28S4 dan T28S5. Semakin tinggi suhu pemeliharaan akan meningkatkan waktu penyerapan dan laju penyusutan kuning telur menjadi lebih cepat.

Aktivitas metabolisme yang tinggi akan mempercepat laju penyerapan kuning telur. Pada suhu yang lebih rendah aktivitas metabolik berjalan lebih lambat sehingga laju penyerapan kuning telurnya lebih kecil. Pemeliharaan pada interaksi suhu 30°C dan 32°C memiliki waktu penyerapan dan laju penyusutan kuning telur yang lebih cepat. Budiardi *et al.* (2005) menyatakan bahwa pemeliharaan pada suhu 30°C memiliki laju penyerapan kuning telur ikan maanvis tercepat dibandingkan dengan suhu ruang dan suhu 28°C. Menurut Swanson (1996), media pemeliharaan yang bersalinitas akan memengaruhi penyerapan kuning telur dan metabolisme ikan. Ikan bandeng yang dipelihara pada salinitas 35‰ memiliki laju penyerapan kuning telur yang lebih cepat dibanding pemeliharaan pada salinitas 20 dan 50‰. Pemeliharaan dengan interaksi suhu dan salinitas berperan dalam metabolisme dan penyerapan kuning telur sesuai dengan kisaran toleransi masing-masing spesies ikan.

Efisiensi pemanfaatan kuning telur merupakan banyaknya atau besarnya jaringan tubuh yang terbentuk dari penyerapan kuning telur (Kamler 1992). Nilai efisiensi pemanfaatan kuning telur pralarva arwana silver pada beberapa interaksi suhu berkisar antara 85-90%. Efisiensi pemanfaatan kuning telur pralarva ikan arwana silver tertinggi terdapat pada interaksi T30S3 sebesar 90,79%, sedangkan efisiensi pemanfaatan kuning telur terendah terdapat pada interaksi T32S5 yakni 85,50%. Hasil uji statistik dengan selang kepercayaan 95% ($p > 0,05$) menunjukkan bahwa pada perlakuan T30S3, T30S4, T30S5, dan T28S5 tidak berbeda nyata terhadap efisiensi pemanfaatan kuning telur, namun berbeda nyata dengan T28S3, T28S4, T32S3, T32S4 dan T32S5. Pemeliharaan pralarva pada interaksi suhu yang tinggi memiliki nilai efisiensi peman-

faatan kuning telur yang rendah. Diduga energi yang dihasilkan dari metabolisme kuning telur digunakan untuk aktifitas dan pemeliharaan tubuh. Seperti halnya suhu, pemeliharaan pada salinitas yang tinggi belum tentu memberikan pengaruh pertumbuhan yang tinggi.

Imsland *et al.* (2001) menyatakan bahwa ikan turbot (*Scophthalmus maximus*) yang dipelihara di dalam media interaksi suhu 18°C dan 22°C dengan salinitas 15‰ memiliki efisiensi pemanfaatan pakan yang tinggi dibanding pemeliharaan dalam interaksi suhu 16°C dengan salinitas 35‰. Pemeliharaan pada suhu yang tinggi dengan salinitas tinggi tidak memberikan pengaruh pertumbuhan yang signifikan pada ikan turbot begitu pun sebaliknya. Pemeliharaan pada interaksi T30S3 memiliki nilai EP_{kt}, PT, BT dan LPS yang tinggi dibanding perlakuan yang lain. Diduga perlakuan ini merupakan kondisi ideal bagi pralarva arwana silver. Efisiensi pemanfaatan kuning telur terendah pada T32S5 sejalan dengan pertumbuhan PT, BT, dan LPS yang rendah. Interaksi T30S3 merupakan interaksi terbaik untuk mendukung kehidupan pralarva arwana silver. Hal ini didukung dengan tekanan osmotik dan konsumsi oksigennya.

Organisme akuatik akan melakukan pengaturan tekanan osmotiknya dengan cara meminimalkan tekanan osmotik antara cairan tubuh dengan lingkungannya sampai mendekati kondisi isoosmotik (Swanson 1996). Gradien osmotik terkecil terdapat pada perlakuan interaksi suhu 30°C dengan salinitas 3‰ yaitu sebesar 113 mOsm g⁻¹ sangat kecil dibandingkan osmolalitas ikan air tawar lain yang berkisar antara 260-330 mOsm g⁻¹ (Affandi & Tang 2002). Pralarva yang dipelihara di dalam media bersalinitas akan mengatur cairan tubuh untuk memperbaiki tingkat tekanan osmotik mendekati normal. Anggoro *et al.* (2013) menyatakan bahwa ikan kerapu ma-

can (*Epinephelus fuscoguttatus*) yang dipelihara pada salinitas 26‰ memiliki nilai osmotik 114,48 mOsm g⁻¹ lebih kecil dibandingkan dengan pemeliharaan pada salinitas 30 dan 34‰. Pemeliharaan dengan nilai osmolalitas yang kecil, pada ikan kerapu macan memengaruhi pertumbuhan dan efisiensi pemanfaatan pakan menjadi lebih baik. Pemeliharaan pada perlakuan T30S3 membutuhkan energi yang kecil untuk melawan gradien osmotiknya. Oleh karena itu, pemeliharaan pada interaksi ini energi untuk osmoregulasi akan minimal sehingga energi kuning telur akan lebih banyak digunakan untuk pertumbuhan.

Konsumsi oksigen berperan dalam proses metabolisme. Buckel *et al.* (1995) menyatakan bahwa konsumsi oksigen memengaruhi laju metabolisme dalam proses oksidasi untuk memperoleh energi. Konsumsi oksigen tertinggi pada perlakuan interaksi suhu 30°C, salinitas 3‰ sebesar 0,28 mgL⁻¹. Semakin tinggi konsumsi oksigen akan meningkatkan laju metabolisme (Salmin 2005), dengan demikian konsumsi oksigen yang maksimal akan meningkatkan aktivitas metabolik agar energi kuning telur pralarva arwana silver diserap secara maksimal dan efisien.

Pralarva ikan arwana silver yang baru menetas bersifat pasif, mulut belum terbuka, sepasang sungut, sisik, dan filamen sirip perut belum terbentuk. Sirip dada, punggung, belakang dan ekor sudah terbentuk sejak pralarva baru menetas. Pada minggu kedua (hari ke-14) sisik mulai terbentuk pada masing-masing interaksi, mulut mulai terbuka dan ikan mulai melakukan gerakan *jarky motion* yaitu gerakan larva untuk mengisi gelembung renang dengan udara, sehingga bisa berfungsi sebagai organ pergerakan (Finn & Kapoor 2008). Pralarva arwana silver harus diberikan pakan menjelang kuning telurnya habis, untuk menghindari kesenjangan dalam pemanfa-

tan pakan dari dalam dan luar. Menurut Kamler (1992), fase mulai diberikan pakan dari luar dengan masih ada kuning telur (*mixed feeding*) merupakan fase yang kritis. Kematian tertinggi pada pralarva arwana silver terjadi menjelang masuk minggu ketiga. Nica *et al* (2012) menyatakan bahwa kuning telur larva ikan mas habis terserap pada umur tiga hari dan harus sudah diberikan pakan dari luar pada hari kedua untuk menghindari kesenjangan pemanfaatan pakan dari luar.

Pada perlakuan T30S3 pralarva arwana silver memiliki perkembangan morfologi lebih cepat dibanding perlakuan yang lain. Sepasang sungut dan filamen sirip perut mulai terbentuk pada minggu keempat (hari ke-22), sedangkan pada perlakuan yang lain belum terbentuk. Sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Andrianto *et al.* (2013) bahwa pemeliharaan pada suhu 30°C memiliki perkembangan embrio dan waktu penetasan lebih cepat untuk telur ikan kerapu lumpur. Pembentukan sepasang sungut dan filamen sirip perut yang lebih cepat akan membantu mempercepat pralarva dalam mencari makan dan meningkatkan kelangsungan hidupnya. Kedua bagian tubuh tersebut penting tumbuh lebih cepat, hal ini terkait karena fungsi sungut depan dan filamen sirip perut adalah sebagai pendeteksi predator dan makanan (Rahardjo *et al.* 2011). Semakin lama tumbuhnya akan mengurangi kepekaan terhadap predator dan kehadiran makanan sehingga akan mengganggu pertumbuhan dan kelangsungan hidupnya.

Parameter kimia air sangat mendukung kelangsungan hidup pralarva arwana silver. Nilai parameter kimia air selama pemeliharaan berada pada kisaran optimum untuk budi daya arwana. Hal ini terlihat pada nilai yang diperoleh tidak melebihi kisaran optimum yang disarankan Cortegano *et al* (2014) dan Tjakrawidjaja (2007).

Parameter kimia seperti oksigen terlarut, pH, alkalinitas, amonia dan nitrit masih jauh dengan batas kisaran maksimal. Zat berbahaya dalam media pemeliharaan ikan adalah amonia dan nitrit. Kedua zat ini sangat berbahaya bila konsentrasi keberadaanya sangat tinggi di dalam media pemeliharaan. Jika konsentrasinya tinggi di dalam perairan maka akan menjadi racun dan memengaruhi keseimbangan metabolisme (Floyd *et al.* 2005). Kelangsungan hidup dan perkembangan pralarva ikan arwana silver untuk beberapa perlakuan sangat baik. Selama pemeliharaan berlangsung, dilakukan penyifonan dan dilakukan pergantian air sehingga keberadaan amonia dan nitrit sangat sedikit kadarnya di dalam media pemeliharaan

Simpulan

Interaksi suhu dan salinitas terbaik untuk penyerapan kuning telur dan morfogenesis pralarva arwana silver adalah pada perlakuan suhu 30°C dengan salinitas 3‰. Dalam kegiatan budi daya sebaiknya pralarva ikan arwana silver dipelihara dalam media interaksi tersebut dan perlu diberikan pakan tambahan ketika kuning telur hampir habis yaitu pada umur 2,5 minggu (hari ke-18).

Persantunan

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Drs. Agus Hadiat Tjakrawidjaja yang telah membantu penulis dalam penyediaan pralarva arwana silver dan pengarahannya selama penelitian. Ucapan yang sama disampaikan kepada penanggung jawab dan pengurus Laboratorium Fisiologi Hewan Air Departemen Manajemen Sumber Daya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor yang mengizinkan dan membantu selama penelitian.

Daftar Pustaka

- Affandi R, Tang UM. 2002. *Fisiologi Hewan Air*. Unri Press. Riau.
- Andrianto W, Slamet B, Ariawan MD. 2013. Perkembangan embrio dan rasio penetasan telur ikan kerapu sunu (*Plectropoma laevis*) pada Suhu Media Berbeda. *Jurnal Ilmu dan Kelautan Tropis*, 5(1): 192-203.
- Anggoro S. 1992. Efek osmotik berbagai tingkat salinitas media terhadap daya tetas telur dan vitalitas larva udang windu (*Penaeus monodon fabricius*). *Disertasi*. Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. 251 hlm.
- Anggoro S, Rudiyaniti S, Rahmawati IY. 2013. Domestikasi ikan kerapu macan (*Epinephelus fuscoguttatus*) melalui optimalisasi media dan pakan. *Management of Aquatic Resources Journal*, 3(2): 119-127.
- Azaza MS, Dhraeif MN, Kraeim MM. 2008. Effects of water temperature growth and sex ratio of juvenile Nile tilapia *Oreochromis niloticus* (Linnaeus) reared in geothermal waters in southern Tunisia. *Journal of Thermal Biology*, 33(1): 98-105.
- Buckel JA, Steinberg ND, Conover DO. 1995. Effects of temperature, salinity, and fish size on growth, consumption of juvenile bluefish. *Journal of Fish Biology*, 47(1): 696-706.
- Budiardi T, Cahyaningrum W, Effendie I. 2005. Efisiensi pemanfaatan kuning telur embrio dan larva ikan maanvis (*Pterophylum scalare*) pada suhu inkubasi yang berbeda. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 4(1): 57-61.
- Cortegano CA, Pinedo LA, Ibanez LA, Ramirez MV, Ruiz PS. 2014. Productivity and reproductive characteristics of silver arawana *Osteoglossum bicirrhosum* (Osteoglossiformes: Osteoglossidae) at Grande Lake, Putumayo Basin, Peru. *Biota Amazonia*, 4(4): 21-26.
- Duponchelle F, Arce AR, Waty A, Panfili J, Renno JF, Farfan F, Vasquez AG, Chukoo F, Davila CG, Vargas G, Ortiz A, Pinedo R, Nunez J. 2012. Contrasted hydrological systems of the Peruvian Amazon induce differences in growth patterns of the silver arawana, *Osteoglossum bicirrhosum*. *Aquatic Living Resources*, 25(1): 55-66.
- Effendie MI. 2004. *Biologi Perikanan*. Yayasan Pustaka Nusantara. Yogyakarta 159 hlm.
- Finn RN, Kapoor BG. 2008. *Fish Larval Physiology*. Science Publisher. USE. 576 p.
- Floyd RFC, Watson DP, Deborah BP. 2005. *Ammonia in Aquatic System*. University of Florida. USE. 463 p
- Gaspersz V. 1991. *Metode Perancangan Percobaan*. CV Armico. Bandung. 472 hlm.
- Gisbert E, Williot P. 1997. Larva behavior and effect of the timing of initial feeding on growth and survival of Siberian Sturgeon (*Acipenser baeri*) under small scale hatchery production. *Aquaculture*, 156(2): 63 – 67.
- Heming TA, Buddington RK. 1988. Yolk absorption in embrionic and larval fishes, In Hoar WS, Randal DJ (Editors). *Fish Physiology Vol XI, The Physiology of Developing Fish, Part A: Egg and Larvae*. Academic Press San Diego. pp 407- 446
- Imsland AK, Foss A, Gunnarsson S, Bernssen MH, Fitzgerald R, Bonga SW, Ham EV, Nævdal G, Stefansson SO. 2001. The interaction of temperature and salinity on growth and food conversion in juvenile turbot (*Scophthalmus maximus*). *Aquaculture*, 198(3-4): 353-367.
- Jaroszewska M, Dabrowski K. 2009. The nature of exocytosis in the yolk trophoblastic layer of silver arawana (*Osteoglossum bicirrhosum*) juvenile, the representative of ancient teleost fishes. *Anatomical Record*, 292(11): 1745-1755.
- Kamler E. 1992. *Early Life History of Fish: an energetics approach*. Chapman and Hall. London. 267 p.
- Kossakowski MK. 2008. The influence of temperature during the embryonic period on larval growth and development in carp, *Cyprinus carpio* L., and grass carp, *Ctenopharygodon idella* (Val.): Theoretical and practical aspects. *Archwum Polskiego Fish*, 16 (3): 231-314.
- Kottelat M, Whitten AJ, Kartikasari SN, Wirjoatmodjo S. 1993. *Freshwater Fishes of Western Indonesia and Sulawesi*. Periplus edition. Singapore. 291 p.
- Liao IC, Huang HJ. 1975. Studies on the respiration of economic prawns in Taiwan, oxygen consumption and lethal dissolve oxygen of egg up to young prawn of *Penaeus monodon* Fab. *Journal of Fisheries Society Taiwan*, 4: 33-50.
- Lowry D, Wintzer AP, Matott MP, Whitenack LB, Huber DR, Dean M, Motta PJ. 2005.

- Aerial and aquatic feeding in the silver arawana, *Osteoglossum bicirrhosum*. *Environmental Biology of Fishes*, 73: 453-462.
- Moreau MA, Coomes OT. 2007. Aquarium fish exploitation in western Amazonia: Conservation issues in Peru. *Environmental Conservation*, 34(1):12-22
- Moreau MA, Coomes OT. 2006. Potential threat of the international aquarium fish trade to silver arawana *Osteoglossum bicirrhosum* in the Peruvian Amazon. *Oryx*, 40(2): 152-160.
- Nica A, Cristea V, Georghe D, Hoha GV, Enache IB. 2012. Embryonic and larval development of Japanese ornamental carp, *Cyprinus carpio* (Linnaeus, 1758). *Lucrări Științifice - Seria Zootehnie*, 58: 116-120.
- Nirmala K, Rasmawan. 2010. Kinerja pertumbuhan ikan gurami (*Osphronemus goramy* Lac.) yang dipelihara pada media bersalinan dengan paparan medan listrik. *Jurnal Akuakultur Indonesia*. 9(1): 46-55.
- Rahardjo MF, Sjafei DS, Affandi R, Sulistiono. 2011. *Iktiologi*. Lubuk Agung. Bandung. 396 hlm.
- Rahayu NS, Dewi S, Dwi L, Sutopo AW, Roosita D, Murwantoko. 2009. Pengaruh salinitas terhadap perkembangan parasit pada benih gurami (*Osphronemus goramy* Lac.). *Jurnal Perikanan*. 11(2): 175-182.
- Ricker WE. 1979. Growth rates and models. In Hoar WS, Randall DJ, Brett JR (Editors). *Fish Physiology Vol. VIII, Bioenergetics and Growth*. Academic Press. New York. pp. 677-743
- Salmin. 2005. Oksigen terlarut (DO) dan kebutuhan oksigen biologi (BOD) sebagai salah satu indikator untuk menentukan kualitas perairan. *Jurnal Perikanan dan Kelautan Indonesia*, 30(1): 2-26.
- Syawal H, Kusumorini N, Manalu W, Affandi R. 2011. Respon fisiologis dan hematologi ikan mas (*Cyprinus carpio*) pada suhu media pemeliharaan yang berbeda. *Jurnal Iktiologi Indonesia*. 12(1): 1-11
- Swanson C. 1996. Early development of milk fish: Effect of salinity embryonic and larval metabolism. *Journal of Fish Biology*. 48(3): 405-421.
- Tjakrawidjaja AH. 2007. Proses domestikasi ikan arwana irian (*Scleropages jardinii*). Puslit Biologi-LIPI. Bogor. 78 hlm.